

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

数学教育改造の諸問題

数学教育は究極に於て時代の社会状態により

決定されるものである。従って数学教育の進展を

計る為めには数学教育者自ら奮闘努力すべき

は公に決つてゐる事である。現在の日本の数学教

育は之を以て、何太利の甚水の如く政府當局

に改造の全部を委ねる事は不可能であり、事実

教師を起して然る後當局を加へより、蝸牛の歩

みを以て之を追従して来るのが本来あるべき事

、現状である。

予の存へるところでは、日本中等教育協会が

組織を以てあるか。それは当初に於て、教育協会

改造に意義を披つてゐるが、今日では既にその

使命も殆ど左の如く観がある。それは第一進歩的

でなくなつた。好逸の「メラレ」の楽なところと比較す



るのと雲泥の差がある。「メラレ」の楽なところでは

中等教育者自身がかつてなつて来つてゐる

の^{地方}にある。中等教育協会は教育者の^{地方}の聯盟

ではなく、唯だの教育者の改善を計る余で教

師の生活には何等の関与なく教育行政を論ず

る事、食法不可缺す能力と金であるところ

欠点がある。文部省の活動は批評に時事問題を

研究する也。土採園執法とて、これは無縁であ

る。然らば吾人は如何にすべきか、

第一、数些政府の權威を以て有力な調査

委員を設け、結果の National Committee の如き

のを作る時は非常に進歩的であるところであ

る。是れは根本的の改造かけ、これと云ふと

ところから生ずる。これにても價值ある事と言ふ

増える。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
市二. かゝる金を建設するんは力強し改造意

見を提出するところの先駆者も必要とする。即

創的は改造者も必要である。「メラレ」の改造案は

その中心人物「メライル」なくしては出来上らな

かつたであらう。彼の意見には主観的であるのか

まじけぬといふのが絶対的な必要である事は明

ある。先駆者もまたこれに権威を有するを必要とし

て、「メライル」は三十才にいて彼の大器を物に

のである。

市三. 数学教育の主観的と科学的との研究をす

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
の標圖を起すべきである。是れは研究所或は

教育の施設が第一必要である。かゝる科学の研

究は學ぶる教育學を、心算算術等のみを中心と

とし、算術の算を自ら負擔すべきである。

科学の研究最も、是れは算、算術の完成に到底也

と云ふ。リーフ (Reeve) は廿七回方程

式の解つたところの生徒1204名をつかつて

問題解法の困難を程度を研究してゐる。彼はと

り、前記數十名の教師をしてその問題も難易の

順に配列させてゐるが、生徒の難易の順序は(解

答の語れる数が多いものを縦六ヶ敷いとて、)

と甚しく差異のある豈か発見されぬ故にかう

に在る音視的研究が必要である。斯の如き母子の

研究所、音視的研究所等を高等師範学校及文

理科大案内に置く事加最も大切である。



Mathematical Teachers (1929) p. 156 =

、研究が裁せられてゐる。彼は「objectives」の決定、

と云ふ題の下に、「何を objectives を決定する

要否に於て」と仮定して、次の語彙をついて行

小が重要であるか或は又重要性が低いのか”を

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
四十二人、中學教員、及教員に就いて

経験のある校長に討ひ合せをせしむ。即ち

(1) 社会人（銀行員、工業者、---）の論を参考とし

ては如何。

(2) 生徒の興味心理の activity を研究するに

音楽、心理学者の研究を参考としては如何。

(3) 数学者の権威を参考としては如何。

(4) 数学者、加澤山、各々で表を作りそれを

National Committee で研究せしめては如何。

(5) National Committee の有力者の意見を以て

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
からある objectives を研究しては如何.

(6.) 新英校の現職の授業を参考として定めて
は如何.

以上六ヶ條の質問に対する答へを数を以て示
すと次の如くなる。

	best 人数	least efficient. 人数
(1.)	1.	26
(2.)	5.	5
(3.)	16	2
(4.)	6	2
(5.)	14	2
(6.)	0	5

六ヶ條の質問を結合したものの答へ

あは又公の ~~あ~~ ところにある。

(1) (2) (3) (4) (5) (6) - - - 6人。

(1) (2) (4) - - - 1.

(2) (3) (5) (6) - - - 3.

(3) (5) - - - 1.

之を要するに (3) (5) を最善とした方が最もよい。

全体として意見の適合さふたところを見る。



次のところがある。

(一) *National Committee* は最大の影響をよへて

ある。それは之に地方的の要求を加へた

よからう。

(二) *Schooling, Reeve* 等の意見が寄せられて

る。即ち中等教育者の意見や、教育家の意見や

研究が充せられてゐる。

(三) 社会人の意見は中等職業教育者の好まぬ

ところにある。

(四) 或る種の心理学者、教育者により強く言道



とれる生徒の活動等は唯そればかりで

は objectives に多大の影響は無い。

大正拾三年、日本中等教育会で三百二十五名の

会費に代表、如何の答題一題宛に書いた様子を

添えこいた事がある。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
これに對して多岐多様な採差があることを

は結局要素を多く含む問題に就いて何れを採

準とするかその標準が定まらないうちで

ある。これは「テスト」の必要が起つて来る。

そこでは今、学べる様子をいふ普通に通



り位の「テスト」が用いられてゐる。

(一) Prognostic test (豫診テスト)

これは将来の成績を予想するテストである。

(二) Achievement test (検定テスト)

一定の標準を規定して之に照して成績を

テストするものである。

(三) Diagnostic test (診断テスト)

日々の教授に於て生徒の欠点を診断し、且

教師の態度を研究し及んで之を改善する。

最近定評のある^{手紙}テストには

Orleans: Geometry prognostic test (1928)

" : Algebra. prognostic test. (1929)

がある。

Achievement test の中で代表的なものでは stand-

ard test と呼ばれるもので factor は一つ作っ

ておいて「タイ4テスト」によりその標準に達

する所にするのである。此の種の参考書には

Schooling and Sanford: Achievement test in Geometry (1925)

Breslich: Mathematical Achievement tests. —

Senior mathematics. Grade X (1928.)

Diagnostic test には問題を分析してその事

を詳しく解剖してゆくのである。

例へば

問. $(-12m^5)(-16mr^3)$ を計算せよ。

生徒がこれを如何なる段階を以て計算するかと云ふに。

予 $-$ ~~ス~~ ~~7~~ ~~7~~ ^{段階} ~~7~~ ⁰

符号 $+$

予 $=$ ~~ス~~ ~~7~~ ~~7~~ ⁴ ~~7~~ ⁰

数積 192.

予 \equiv ~~ス~~ ~~7~~ ~~7~~ ⁴ ~~7~~ ⁰

文字積 m^6r^3

この計算には三段階があるから各段階のテストが出来るやうなものを作つて研究すべきである。Breslich は同断を下にしている。



この種の参考文献は。

Reeve: Diagnostic study of the teaching problems in high school mathematics. (1926)

Douglass: Standard diagnostic tests for measuring achievement in algebra. (1929)

Gregory: Diagnostic tests in plane Geometry. (1926)

以上の tests の他 Inventory Test. Survey test.

Practice test. 等々。今日は Diagnostic test の

最も整へてある。

ソーレタイク (Thorndike) が形や内容の不確かさ

事を例示した「テスト」に Diagnostic test がある。

それは、

習慣的のもの。

左を変形されたもの。

(1.) $x + y$ の自乗は如何。

(1.)' $b_1 + b_2$ の自乗如何

(2.) a^2x^3 の自乗は如何。

(2.)' $r_1^3 r_2^2$ の自乗如何

(3.) $4ac + (\frac{b^2}{c^2} \times \frac{c^2}{a^2} \times \frac{d^3}{b})$

(3.)' $5a^2b + (b^2 + c^2)(c^2 + d^2)(d^3 + b)$

を簡潔にせよ。

を簡潔にせよ。

(4.)

(4.)'

(5.) $x^a = x^b$ を解せよ。

(5.)' $4^a = 4^b$ を解せよ。

(6.) $ac - [a(b+c)]$ を

(6.)' $p_1 p_3 - [p_1(p_2 + p_3)]$ を

簡潔にせよ。

簡潔にせよ。

これは「タイクテスト」であつて、時間を区切つて、

(1)をやれ、(2)をやれ、---と教師が命ずる。

Thorndike の研究によると与へられる答の百分率は

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

次の如くである。

(1) 0%

(1)' 28%

(2) 34%

(2)' 47%

(3) 35.5%

(3)' 64.5%

(4)

(4)' 70.5%

(5) 55%

(5)' 70.5%

(6) 25%

(6)' 53%

以上の結果から見るに、数々其教育と習慣と習子



と云ふ事は必要である。是こゝに陶治上の疑問が

授せられなくてはなるわけである。

代数問題解法の心理

Thorndike は問題を二つの型に分けてゐる。

Type I. 問題を解くに公式・方程式等が必要で
ふいか又は使用されるふい場合

(1.) 意味の知識さへあれば解ける問題。

例題. $-8, +4, -6, -2, +7$ なるスコアに対して
平均のスコア如何

之は平均の意味が解つてゐれば解ける。

(2.) 運算の知識。

(3.) 意味・運算・其他の代数的知識の不要な問題。

例題. $a = p + \frac{q}{r}$ に対して p, q を一定とする
時 r の増加により a に如何なる変
化を及ぼすか。

例題. 右の表で $x=4$ に対する個所が印刷

次の不況表により足落	x	y
	1	5.02
	2	7.96
さ小てあるこの y の	3	20.98
	4	---
値如何	5	29.03
	6	40.05

かゝる問題は必要であつて代数の問題の

束中に変化を与へて代数的な形式を知ら
しめる事が出来る。即ち其一つは函数的な
形式である。而して根拠的な形式を導き
得る事にも出来る。

Type II 問題を解くに公式方程式等が必要であ
り且つ、使用される場合、

(I) 公式又は方程式が既知な時

(a) 問題に直接応用する公式が既知な時、

例題 $F = 320 + \frac{9}{5}C$ により $86^\circ F$ は C の何度か。

(b) 直接与へられたいで ~~記憶より~~ ^{記憶より} 導き出す
場合

例題 空気の抵抗を無視して落球の

初速に於ける速度を計算せよ。

かゝる時は先づ $v = gt$, $s = \frac{1}{2}gt^2$, $v = \sqrt{2gs}$.

$g = 32$ 華の単位より導き出すことが必
要である。

(II) 公式又は方程式を先づ自分で作る場合

(A) 公式又は方程式が一定範囲の総てに
適合するものである場合。

(B) 特殊的事実を総合して方程式を作る

場合

Type II, (II) (A) は自然科学者から最も大切なところへ
 られてゐるが併し事実を知らぬ生徒の負担を
 重からしめてはならないと彼は云つてゐる。

彼は更に如何なる問題が大切なりやと云ふ事
 に言及して次の如く論じてゐる。

如何なる問題が大切なりやに就いては問題の

真実性、純粹性、及重要性と云ふ見地より價值判

断を下さなければならぬ。例へば年齢算の如き

は現在を知つてゐればこそ過去及未来の問題

が作れるのである。この問題は Answer known

problem として排列すべきである。

彼は多くの数学科教師を集めて、問題の真実性、重

要性の程度を英数で表はさしめて、問題の眞実

性、重要性の最大限を例示してゐる。

併に問題の出来と云ふ事を考慮に入れれば

彼の示した最大限の範囲も多少は變つて來

る事は云ふまでもない。彼自身該の所と問題は

生徒の興味を惹くであらうと云つてゐる事

ついても見て明である。

Thorndike の研究を一步進めたる人々の中に

大學の教授 Powell 氏がある。彼の著

Study of problem material in High School Algebra.

(1929)

の内容を一瞥するに、重要性のみか、見えて問題

百二十題の番号をつけてあり、意味及重要性

から見て百二十題の番号をつけてある。

次に、意味の問題に就いて、歴史を教へる事か今

は、素子の無効となつたか、視加がある。然るに



Thorndike 一派の者は之に反対してゐる。彼等一

派は、数學者であつて、評判の良い教科書著作家亡

名、数學者に素要ある人で一人を除いては、数學教

育に経験のある人、又中華數學教育と事同様に

研究に力がある十名、都合二十名を集めて

五冊の標準的教科書の中代表のみについて

要不中要土語彙を研究してゐる。その結果彼等

の云ふ所が真実りとせば中要土言彙は全数の

三分の一に過ぎないものである。彼等は又教科書

中に傳記や肖像を挿入する事に反対して、

queer-looking old gentlemen の肖像の如きは生徒

に對して *negative interest* を与へる事であらう

と云つてゐる。4. I. ミラー (G. A. Miller) の如

きは之等の傳記や肖像は代表を時代遅れの古

臭ひ死せる科学だと生徒は思はにあるもので

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

あるから、その代りに、むしろ世に、おま

る、肖像を挿入して現在、これ、ある科学に

就き、および、その方が、興味を増すであろうと、

と、なる。



結論

これまで論じ来、左中注意すべき事項をあけ
て論を結ぼうと思ふ。

I. 数学以來のもの。

吾々は学校数学に関する語れる見解を一擇せ



ざるべからず。クライレ氏曰く、「学校数学とは

初等数学の事ではない。初等数学の中には学校

数学に取入れ^{てふらぬ}~~得る~~ものの加ある。例へば複素士

因數の解等の如きものはその一つである。之に

及じ、微積分等は初等数学とすべしと学校数学

たり得る。学校数学は数学的に初等的であるが

式と計算のみを研究する性質のものではない。

年若き者の有する数学精神を指導開発すると

ころに数学教育の使命がある。」と。

吾々は子供の頃より多くの体験を有する。東西

南北に通つる条路から街道を見る時に既に吾

々は *curvilinear coords.* を体験しつつあるのだ

ある。面積の近似値を求めると *section* を以てす

小はすでに *Integral*、根本概念に觸れてゐる

のである。昔在記の始め、ハルズワース (*Halsted*) の

Calculus の お か っ た 時 代 カリレオ は cycloid

の 面 積 を 測 定 す る の に 試 っ て 重 さ を 秤 し、 重 量

面 積 か ら 実 験 的 に 之 か 面 積 を 求 め る 公 式 を 作

り 出 した の で あ っ た。 Calculus に 於 て 彼 の 著 手

トリスケー (Toricelli) が cycloid の 面 積 を 数 学 的 に

計 算 し た か ら と て、 カリレオ の 結 果 を 証 明 し た

者 が あ る。 従 っ て 著 者 自 身 の み よ っ て 簡

便 な も の を 考 へ て は 出 来 ない の で あ る。 4+

ル ス タイン (Charles Darwin) は 数 学 を 研 究 せ ン と し

た が 自 己 の 意 味 が 解 ら ず お か っ た が 為 め に 断 然

之が研究を止めしめてしまつたと云ふでは出ないか。

それは少年が経験する程に原始的土数学以前、

と呼ばれるものから数学的存へ方に導いて行

くところにて、数学教育の使命が存在する。偉大なる

哲人が哲学すると同様に数学するところから



数学の具現性、現実性が起るのである。之を要す

に、少年に芽生してゐる数学以前、と云ふものを

摘み取る仕事が大切である。

II 数学の武器

数学教育にあたりて実験室を持つ事は必要で

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

あるが、それ以外に、先述の代表をやって再びを

感づけるのは算術で解けなかった問題すら方程式

式の力によって容易に解け得る事である。かく

の如き豈かゝる予よは方程式は数学の大きい左

の武器であると言はすべし。



(1.) 表.

函数表 (平方、立方、平方根、立方根、逆数等)

統計表 (朝日及毎日年鑑等)

其他の表を利用する事が必要である。

(2.) 方眼紙.

対数方眼紙.

semi-log. paper.

probability paper.

之等は色紙とて一枚の紙に何個も書

きうる便利がある。

(3.) ~~(2.)~~ / モ グ ラ フ. (nomograph.)

(4.) 数 学 器 械.

該 種 の 測 量 器 械 の 他 特 殊 的 な も の に

planimeter. harmonic analyser. 等 あり.

(5.) 標 本.

以 上 掲 げ た (1) (2) (3) (4) (5) 等 は す べ て 数 学 に 関 係



を 有 力 な 武 器 と 考 へ る か、 有 力 な 武 器 と 考 へ る 比

り 活 用 する まで である。 現 在 の 高 等 数 学 の 欠 陥 は

餘 り に 非 実 際 的 だ け だ 事 だ である。 ルンゲ (Runge)

は 数 学、 道 理 を 三 段 に 分 け て お け る。 そ れ は

第一. 解 答 の 存 在 の 問 題.

第二. 解 答 が 何 だ け だ と 考 へ る 問 題.

第三. 解 答 を 早 く 求 め る 問 題.

である。ニュートン (Newton) の時代は矛盾を文と

してゐた。矛盾の存在の問題はコーシー (Cauchy)

に始まると云つてよからう。矛盾の問題は二

ヶ荘記に入つて始まったものであり、これが今

の問題である。私の進むべき方向である。

III 実験公式

実験実験は函数概念を發展せしめる上で大切

である事は言ふまでもなく、更に之によつて大

體自ら發見する喜びがある。自ら發見する事程

感激的である。この感激を通じてこそ科

その精神が生かされているのである。

実験公式を作るときは次のように示さう。

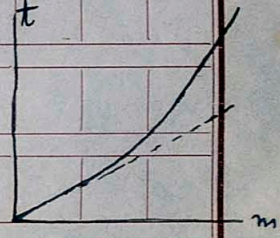
(1) 徒歩の場合の時間と走った距離との関係。

t 時間 m 距離 運動場を走って廻す時

t は電気化機で自動的に n 測定する t

実際の結果は

$$t = a m^b$$



この関係式が成るこゝに a, b を見せせば

よいのである。

(2) 作業疲労の法則。

握力計 これは握力を T 握った回数を n

とすれば $T = A e^{Bn}$ なる法則がある。

ロードキャビン (Load Cabin) はこれを複利法則

(compound interest law in nature) と呼んでゐる。

式は $\log T = a + Bn$ とありて semi-logarithmic

paper を使用する時はこのグラフは直線と見

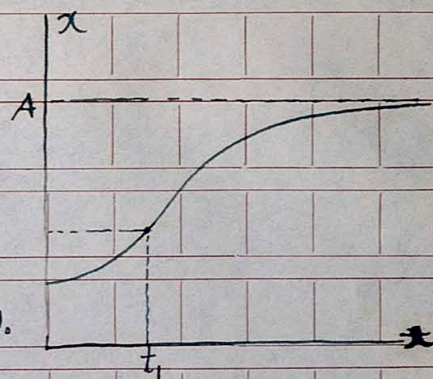
る。

(3.) 一人の人口と所得額との関係に研究して
 その間の測法を数学的に示してゐる人に
 伊太利のパレート (Palato) があつた。其の
 大の沙見三郎氏が之の研究をやつて居る
 ところ

(4) 生物成長の法則。

ロバートソン (Robertson) 婦人の鼠の体重研究
 氏によれば、体重を x , 先後の日数を t
 とする時、

$$\log \frac{x}{A-x} = K(t-t_1)$$



ある関係式を得てゐる。

こゝに A, t_1 はある定数なり。

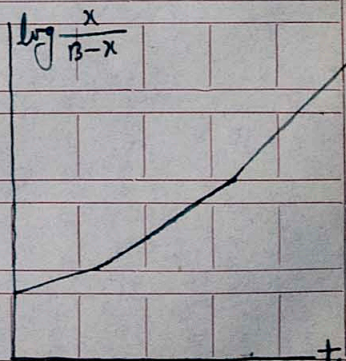
古澤一夫氏の植物成長の研究。

ロバートソンの得た結果に於て

$\log \frac{x}{A-x}$ を y 軸, t を x 軸

にとるとそのぐらふは直

線と示るべきなり。古澤氏

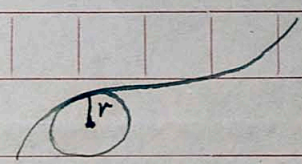


の研究によると右図の如くふつと表はれ
て来る。研究の結果 Robertson 女史の研究には
若干の不定がある。

IV. 現実の問題

研究の困難は一つの質は如何にして測定する
かである。

曲線の曲り程度は円を以て測定する。円は曲り



が一定であると。我々の数学者のものが故へ
て与える。然るに、表面の曲り程度を測定する

事は餘程困難とふつて来る。

$$K = r_1 r_2. \quad \text{total curvature.}$$

$$H = \frac{r_1 + r_2}{2}. \quad \text{mean curvature.}$$

$$C = \frac{r_1^2 + r_2^2}{2}$$

等色々その測定の仕方がある。

物 價 の 問 題

物 價 の 高 低 を 如 何 に し て 測 定 す る か と 云 ふ

に 物 價 指 数 (index number of prices) を 用 ぶ。

例 へ は 米 價, 昭 和 五 年 一 月 の 價 を 100 に し

て 基 準 と し て, 昭 和 六 年 九 月 十 五 日 の 價

と の 比 率 を 求 め る。 か く し て 求 め ら れ た 数 を 昭 和

六 年 九 月 に 対 し て 米 の 價 格 指 数 と 云 ふ。

各 物 價 (日 本 銀 行 で は 三 十 五 の 物 價 に 就 い

て と っ て お る。) に 就 い て 或 る 期 日 を 基 準 と し て

価 格 指 数 全 部 の 算 術 平 均 を 以 て 物 價 指 数 と

す る。 実 際 は 米 と か, 鉄 と か, 七 絲 と か 云 ふ や う

に 各 物 價 に つ い て 程 度 の 差 を つ け て や っ て

お る。

今 日 の 経 済 學 で は 算 術 的 平 均 よ り も 幾 何 的

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
の平均の方がよりよいとされてゐる。

以上で大体演義も一通り終つたが、要するに数々

教育の最後の目的は年若い生徒をして自然を

理解せしめ、利用せしめ、社会を理解せしめ、社会

の改造に貢献するところ、あらしめなければ

らぬ。現代の教育は傳統にとらはれて、理解

するとか、改造するとか云ふ、事に貢献して來な

かつ居。教育はよく社会改造の方向に

向ふべきであらう。最後にあり、Marxの言葉を引

用して此の講を終らんとす。

「哲學者は世界を現解する事のみをやつて

来る世界を改造する事が目的であらうの

に。」

